(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

UO‘K: 622.831.2 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.17

YER OSTIDAGI KAPITAL LAHIMLARNI MUSTAHKAMLASH VA MUHOFAZA USULLARI

Nomdorov Rustam Uralovich
Qarshi davlat texnika universiteti “Geologiya va konchilik ishi” kafedrasi, t.f.f.d., dotsenti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: rustamnomdorov@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-6987-8995

Xasanov Shahzod Rasul o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti “Geologiya va konchilik ishi” kafedrasi, assistant, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: Hasanovshaxzod560@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada yer osti kon lahimlarining mustahkamlanishi va muhofaza usullari haqida batafsil ma’lumot berilgan. Kapital lahimlarni loyihalashda qatlamlarning qazish ishlari ta’siridan tashqaridagi uchastkalarda zarur bo‘lgan muhofaza usullarini tanlash muhim hisoblanadi. Maqolada, yer osti kon lahimlarining texnologik va geologik xususiyatlarini hisobga olib, mustahkamlashning turli usullari, shu jumladan kompensatsion o‘yiqlar va ankerli mahkamlashni qo‘llash bo‘yicha ko‘rsatmalar berilgan. Shuningdek, lahimlarning o‘rtacha siqilish mustahkamligi, ekvivalent quvvat va "shift-ost" konvergensiyasini hisoblash usullari ham yoritilgan. Kapital lahimlarni mustahkamlash va muhofaza qilishda ularning geologik sharoitlari, qatlamlarning siqilish mustahkamligi va xizmat muddati hisobga olinadi. Maqola kon muhofazasi va barqarorligini ta’minlash uchun kerakli metodologiyani taklif etadi.*
Kalit so‘zlar: *kapital lahimlar, mustahkamlash, muhofaza usullari, qazish ishlari, ekvivalent quvvat, ankerli mahkamlash, shift-ost konvergensiyasi, kompensatsion o‘yiqlar, texnologik mustahkamlik, siqilish mustahkamligi.*

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ И ОХРАНЫ ПОДЗЕМНЫХ КАПИТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Номдоров Рустам Уралович
PhD, доцент, Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Хасанов Шахзод Расул угли
Ассистент, Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье представлена подробная информация об укреплении и методах защиты подземных горных выработок. При проектировании капитальных выработок важным является выбор необходимых способов защиты пластов на участках, не подверженных воздействию горных работ. В статье приведены указания по применению различных способов крепления, в том числе компенсационных врубов и анкерного крепления, с учетом технологических и геологических особенностей подземных горных выработок. Также освещены методы расчета средней прочности на сжатие выработок, эквивалентной мощности и конвергенции «потолок-потолок». При укреплении и охране капитальных выработок учитываются их геологические условия, прочность на сжатие пластов и срок службы. В статье предлагается необходимая методология для обеспечения охраны и устойчивости месторождений.*
Ключевые слова: *капитальные выработки, укрепление, методы защиты, горные работы, эквивалентная мощность, анкерное крепление, потолочно-подпольная конвергенция, компенсационные выемки, технологическая прочность, прочность на сжатие.*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

METHODS OF STRENGTHENING AND PROTECTION OF UNDERGROUND CAPITAL DEPOSITS

Nomdorov Rustam Uralovich
Department of "Geology and Mining" of Karshi State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Karshi, Uzbekistan

Khasanov Shahzod Rasul ugli
Department of "Geology and Mining" of Karshi State Technical University, assistant, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *This article provides detailed information about the methods of strengthening and protection of underground mine workings. When designing capital workings, it is important to select the necessary methods of protection of the seams in areas outside the influence of mining operations. The article provides instructions on the use of various methods of reinforcement, including compensatory recesses and anchor fastening, taking into account the technological and geological characteristics of underground mine workings. Methods for calculating the average compressive strength of workings, equivalent power, and "shift-under" convergence are also described. When strengthening and protecting capital workings, their geological conditions, compressive strength of the formations, and service life are taken into account. The article proposes the necessary methodology for ensuring mine protection and stability.*
Keywords: *capital workings, reinforcement, protection methods, mining operations, equivalent power, anchor fastening, ceiling-underground convergence, compensating grooves, technological strength, compressive strength*

Kirish. Yer osti konlarini qazish jarayonida eng muhim masalalardan biri – kon lahimlarining mustahkamligi va barqarorligini ta'minlashdir. Kapital lahimlarni loyihalashda qatlamlarning qazish ishlari ta'siridan tashqaridagi uchastkalarda zarur bo'lgan muhofaza usullarini tanlash, konning uzoq muddatli xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun juda muhim hisoblanadi. Ushbu maqolada yer osti kon lahimlarining mustahkamlanishi va muhofaza usullari, shuningdek, ularni barqarorlashtirishda qo'llaniladigan texnologik va geologik yondashuvlar haqida batafsil tushuncha beriladi. Kapital lahimlarni mustahkamlashda qatlamlarning geologik xususiyatlari, siqilish mustahkamligi, va kon lahimlarining xizmat muddati asosida turli metodologiyalar ko'rib chiqiladi. Ushbu maqola yer osti konlarida qazib olish jarayonining samarali va xavfsiz amalga oshirilishiga xizmat qiluvchi metodlarni yoritadi.

Materiallar va usullar. Ushbu keltirilgan tadqiqotda qatlamlarning qazish ishlari ta'siridan tashqaridagi uchastkalarida lahimlarni loyihalashda zarur bo'lgan muhofaza usullarini tanlash uchun asos hisoblanadi. Ular vertikal lahimlarga, stvollarni gorizontal lahimlar bilan tutashtirishga, shuningdek, arka va monolit temir-beton mustahkamlagichlar qo'llaniladigan lahimlarga tatbiq etilmaydi.

Kapital lahimlarni mustahkamlash quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- lahimlarning qatlamda va bir-biriga nisbatan ratsional joylashishi;
- qazib olishning butun xizmat muddati davrida xavfsiz holatini ta'minlaydigan yuklamani kamaytirish lahimlari va kompensatsion o'yiq ya tirqishlari (bo'shliqlari) yordamida qoplovchi tog' jinslarining kuchlanganlik holatini tartibga solish;
- ta'mirlash va mahkamlash.

Tadqiqotni bajarish uchun dastlabki materiallar quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak:

- qazib olishni o'z ichiga olgan tog' jinslarining geologik kesimi 1:1 masshtabda yoki barcha gilli qatlamlarning qalinligi ko'rsatilgan holda 1:10, 1:20 masshtabda;
- lahimlarning shiftidan kamida 2 m balandlikda tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari (bir o'qli siqilishga mustahkamlik chegarasi (σ_{sj}) va Puasson koeffitsiyenti (ν)) to'g'risidagi ma'lumotlar;
- kon lahimi ko'ndalang kesimining shakli va o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlar va plandagi ko'rinishi;
- qo'shni lahimlarning qazish maydonida joylashishi;
- kon lahimining joylashish chuqurligi;
- ankerli mahkamlash parametrlari (ankerlar o'lchami, ularni o'rnatish qadami va mahkamlash

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

qatorlari soni).

Kapital lahimning ko‘ndalang kesim shakli va geometrik o‘lchamlari uning texnologik vazifasidan, joylashtiriladigan uskunaning o‘lchamlaridan va lahimni o‘rab turgan tog‘ jinslarining xususiyatlaridan (bir o‘qli siqilishga mustahkamlik chegarasi (σ_{sj}) va Puasson koeffitsiyenti (v) dan kelib chiqqan holda tanlanadi. Lahimlarning shifti iloji boricha gumbazsimon bo‘lishi kerak [1].

Xizmat muddatining oxirgi davrida kapital lahimning prognoz holati unda kichik egilishlar va tog‘ jinslarining qatlamlarga ajralishini nazarda tutadi.

Kapital lahimlarni mustahkamlash usuli va massivda joylashish joyini tanlash “shift-ost” konvergensiyasining kutilayotgan qiymatini hisoblash orqali amalga oshiriladi. Bunda "shift-ost” konvergensiyasining ko‘rsatilgan qiymati yo‘l qo‘yiladigan qiymatdan oshmasligi kerak.

Katta uzunlikdagi gorizontal lahimlar uchun “shift-ost” konvergensiyasining kutilayotgan kattaliklarini hisoblash intervallar bo‘yicha bajariladi. Shu maqsadda loyihalashtirilayotgan kon lahimi uzunligi 1000-1500 m bo‘lgan bir nechta uchastkalarga bo‘linadi. Hisob-kitoblarda har bir uchastka uchun o‘rtacha kon-geologik sharoitlar qabul qilinadi. Ushbu uzun qazib olish uchastkalarining har birining xizmat muddati gorizontda kon lahimlarini o‘tishning kalendar rejasi bilan belgilanadi [2].

Kapital lahimlar shiftining barqarorligini hisoblash usuli quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- lahimlarning ekvivalent o‘tishni hisoblash;
- tog‘ jinslarining geologik tuzilishini (keyingi o‘rinlarda matnda ekvivalent quvvat deb yuritiladi) va anker mustahkamlagichning mavjudligini hisobga olgan holda shiftning pastki yuk ko‘taruvchi qatlamining ekvivalent quvvatini aniqlash;
- muhofazasiz ushlab turilgan kon lahimining “shift-ost” konvergensiyasining maksimal qiymatini aniqlash;
- zaruriy saqlash usullarini tanlash.

Tadqiqot natijalari. Ekvivalent quvvat (m_{ekv1}) shiftda anker mustahkamlagich bo‘lmaganda quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$m_{ekv_1} = m_p\sqrt{K_{sp}},\ \text{m}$$

bu yerda m_p – shiftning konturidan 3 mm va undan ortiq qalinlikdagi birinchi gilli qatlamgacha yoki shiftning 1 sm kesmasida uch va undan ortiq miqdorda to‘plangan, umumiy qalinligi 3 mm va undan ortiq bo‘lgan yupqa gilli qatlamlar guruhigacha bo‘lgan geologik kesim bo‘yicha tuzli jinslar pachkasi qalinligi, m;

K_{sp} – tuzli jinslarning birinchi foydalanilmaydigan pachkasi (qatlami)ning qatlamlilik koeffitsiyenti, quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$K_{sp} = \frac{\sum_{i=1}^{K} K_{si}\cdot m_i}{\sum_{i=1}^{K} m_i},$$

bu yerda K_{si}, m_i – mos ravishda alohida qatlamning qatlamlilik koeffitsiyenti va alohida qatlamlar pachkasini tashkil etuvchi qalinlik, m; tuzli jinslar qatlamida yupqa (3 mm dan kam) gilli qatlamlar mavjud bo‘lmaganda K_{sp}=1,0; ikkitadan ko‘p bo‘lmagan yupqa gilli qatlamlar mavjud bo‘lganda K_{sp}=0,85, uch va undan ko‘p bo‘lganda esa - K_{sp}=0,80.

Shiftda ankerli metall vintli mustahkamlagich (keyingi o‘rinlarda ShAMV) mavjud bo‘lganda ekvivalent qalinlik quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$m_{ekv} = (0{,}45 + 0{,}55A)/\sqrt{\left(\frac{\sigma_{sj_p}}{\sigma_{sj}^{usr}M^2} + \frac{\sigma_{sj}^{usr}M^2 - \sigma_{sj_p}m^2{}_{ekv_1}}{\sigma_{sj}^{usr}M^2 m^2{}_{ekv_1}}A\right)},\ \text{m}$$

bu yerda A - ankerli mahkamlagichning o‘rnatish parametrlarini hisobga oluvchi o‘lchamsiz koeffitsiyent, 1-jadval bo‘yicha aniqlanadi.

1-jadval

Ankerli mahkamlash parametrlariga asoslangan o‘lchamsiz A koeffitsiyentining qiymatlari

$\frac{n\cdot M}{b}$	a_p/M		
	1 dan kichik	1 dan 2 gacha	2 dan 3 gacha
	A koeffitsient		
0,3 dan 0,4 gacha	0,7	0,74	0,81
0,4 dan 0,5 gacha	0,6	0,65	0,75
0,5 dan 0,6 gacha	0,5	0,56	0,69
0,6 dan 0,7 gacha	0,4	0,47	0,63
0,7 dan 0,8 gacha	0,3	0,39	0,56
0,8 dan 0,9 gacha	0,2	0,30	0,50
0,9 dan 1,0 gacha	0,1	0,21	0,44
1 dan yuqori	0	0,13	0,38

1-jadvalning tushuntirish belgilari:

a_p – anker mustahkamlagichning qatorga o‘rnatish qadami (lahim uzunligi bo‘yicha), m;

M - ankerlar bilan mahkamlangan tuzli jinslar to‘plamining qalinligi, m;

n - mahkamlash qatorlari soni (lahim kengligi bo‘yicha), dona;

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

b – lahimning kengligi, m, (murakkab geometrik shaklli lahim uchun plani b = b_{ekv}.);

σ_{spj} – birinchi foydalanilmaydigan tuzli jinslarning pachkasi (qatlami)ning bir o‘qli siqilishga bo‘lgan chidamlilik chegarasi m_p, MPa, quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\sigma_{sj_{p_1}} = \frac{\sum_{i=1}^{K} \sigma_{sj_i} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{K} \cdot m_i}, \text{ MPa}$$

Bu yerda $\sigma_{sj_i} \cdot m_i$– mos ravishda alohida qatlamni siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa va alohida qatlamlar to‘plamini tashkil etuvchi quvvat, m;

σ_{sj}^{usr}- ankerlar bilan mahkamlangan tuzli tog‘ jinslarining o‘rtacha mustahkamligi, MPa. Taxminiy muhandislik hisob-kitoblari uchun esa quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\sigma_{sj}^{usr} = \frac{1-\nu_{usr}^2}{M} \sum_{i=1}^{K} \frac{\sigma_{sj_i} \cdot m_i}{1-\nu_i^2}, \text{ MPa}$$

bu yerda ν_{usr} – qalinligi M bo‘lgan tuzli jinslar to‘plami ankerlari bilan mahkamlangan o‘rtacha Puasson koeffitsiyenti. Taxminiy muhandislik hisob-kitoblari uchun (ν_{usr}) 1-jadval, bo‘yicha, aniq hisob-kitoblar uchun esa quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\nu_{usr} = \frac{\sum_{i=1}^{K} \nu_i \sigma_{sj_i} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^{K} \cdot \sigma_{sj_i} m_i},$$

bu yerda ν_i, σ_{sji} , m_i – mos ravishda Puasson koeffitsiyenti, tog‘ jinslarining siqilishga mustahkamlik chegarasi, MPa, shiftni tashkil etuvchi alohida monolit qatlamlarning qalinligi, m; ν_i, σ_{sji}- 2-3 va 4 jadvallar bo‘yicha aniqlanadi.

Qatlamlar sonini hisoblashda va ularning mustahkamligini aniqlashda ankerlar bilan mustahkamlangan tog‘ jinslari to‘plami doirasida 3 mm gacha gil qatlamli tuzli tog‘ jinslarining qatlamlari mustahkamlik chegarasi K_{sp} σ_{sj} - bo‘lgan monolit deb hisoblanadi. Qalinligi 3 mm gacha bo‘lgan va umumiy tarkibi qatlam qalinligining 50% dan ortiq bo‘lgan gilli qatlamlar mavjud bo‘lgan qatlamlarda qatlamning siqilishga bo‘lgan mustahkamligi 1,5 σ_{sj} loyga teng deb qabul qilinadi [3].

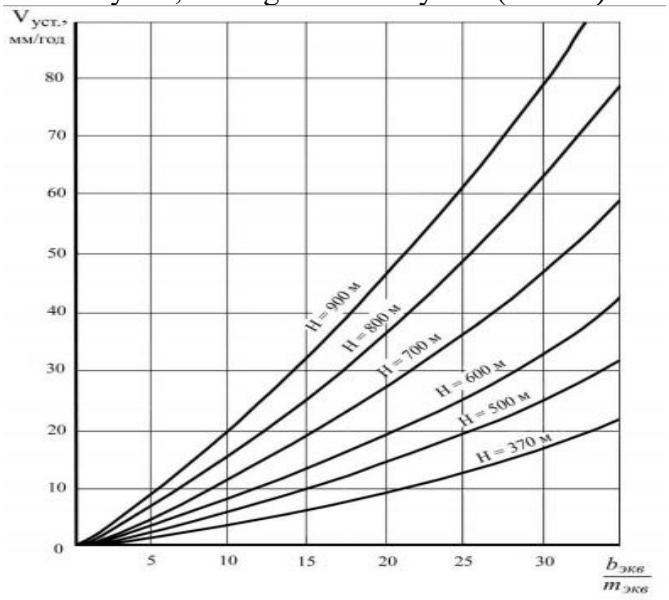
Lahimning “shift-ost” konvergensiyasi qiymati (U) quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$U = [V_{ust}(t-1) + 3V_{ust}]K_v, \text{ mm}$$

bu yerda V_{ust} – deformatsiyalanishning barqaror davrida kon lahimining "shift-ost" konvergensiyasi tezligi, mm/yil; nomogramma bo‘yicha aniqlanadi (1-rasm);

t – lahimning (lahim uchastkasining) loyihalashtirilgan xizmat muddati, yil;

K_v – kon lahimlarining o‘zaro ta’sir koeffitsiyenti, nomogramma bo‘yicha (2-rasm).

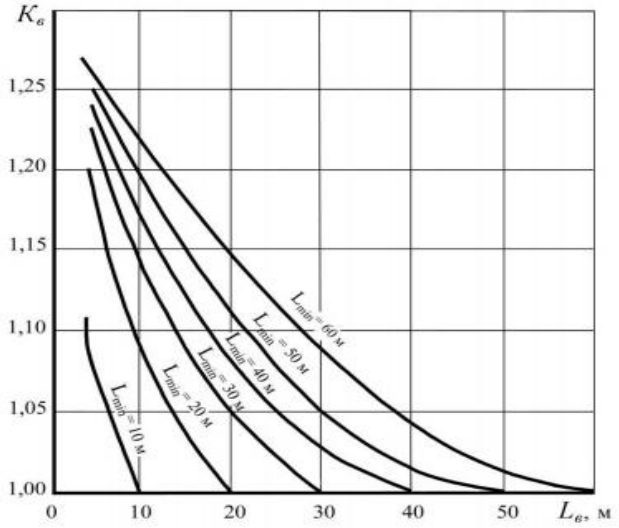


1-rasm. Kon lahimining barqaror deformatsiyalanish davrida "shift-ost" konvergensiyasi tezligi (Vust).

O‘zaro ta’sir bo‘lmagan minimal masofa (L_{min}):

- ekvivalent oraliqlari b_{ekv1} va b_{ekv2} bo‘lgan ikkita o‘tiladigan kon lahimlari uchun

$$L_{min} = K_L(b_{ekv1} + b_{ekv2}), \text{ m}$$



2-rasm. Lahimlarning o‘zaro ta’sir koeffitsiyenti.

- b_{ekvk} ekvivalent oraliqli kamera tipidagi ikkita o‘zaro ta’sir qiluvchi lahim va b_{ekvz} ekvivalent oraliqli o‘tilgan lahim uchun

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

$L_{min} = K_L(b_{ekvk} + b_{ekvz})$, m

- ekvivalent oraliq $b_{ekv.gr}$ bo‘lgan bir nechta o‘zaro ta’sir qiluvchi guruhlashgan lahimlar va ekvivalent oraliq b_{ekv4} bo‘lgan o‘tilgan yakka lahimlar uchun

$L_{min} = K_L(b_{ekv.gr} + b_{ekv4})$, m

bu yerda K_L - qazish chuqurligi va shiftning turini hisobga oluvchi koeffitsiyent (2-jadval).

2-jadval.

K_L koeffitsiyentining qiymatlari

Qazish chuqurligi, m	Shift turi		
	I	II	III
	K_L koeffitsient		
400	2,6	1,75	1,1
500	4,3	3,23	2,4
600	5,98	4,70	3,7
700	7,7	6,2	5,1
800 va undan yuqori	9,35	7,66	6,35

3-jadval.

Kapital qazilmalarni muhofaza qilish usullarini tanlash

Hisoblangan konvergensiya konning “shift-ost” qismi (U), m	Muhofazalash usullari
$U \leq 0.037b$	Lahimlar muhofaza qilinmaydi
$0.037b < U \leq 0.053b$	Lahim bitta vertikal o‘yiq yoki yuklamani kamaytiruvchi lahim bilan muhofazalanadi
$0.053b < U \leq 0.075b$	Lahim vertikal o‘yiq bilan (u bir-biriga yaqinlashganda esa takrorlanadi) yoki uchta kompensatsion o‘yiq bilan (biri tomda, ikkitasi yon tomonda) muhofazalanadi

$b_{экв.гр}$ – uchta lahimdan iborat guruhning umumiy ekvivalent masofasi.

$b_{ekvgr} = K_{v1-2}K_{v1-3}b_{ekv1}$, m

bu yerda K_{v1-2} – ikkinchi lahimning birinchi lahimga o‘zaro ta’sir koeffitsiyenti;

K_{v1-3} – uchinchi lahimning birinchi lahimga o‘zaro ta’sir koeffitsiyenti.

K_{v1-2}, $K_{в1-3}$ koeffitsiyentlar 2-rasmdagi nomogramma bo‘yicha aniqlanadi [4].

$Lv \leq Lmin$ masofada joylashgan lahimlar uchun Kv koeffitsiyenti 2-rasmdagi nomogramma bo‘yicha aniqlanadi.

Loyihaviy xizmat muddati davomida qazib olishning barqarorligini ta’minlash uchun muhofaza usullarini tanlash “shift-ost” konvergensiyasining hisoblangan qiymatiga muvofiq 3-jadval bo‘yicha aniqlanadi.

bu yerda b - kon lahimining kengligi, m (b = b_{ekv} murakkab geometrik shakldagi kon lahimlari uchun B ilovasiga qarang).

Agar lahimni ta’mirlash nazarda tutilgan bo‘lsa, 3-jadvaldagi 0,037b; 0,053b va 0,075b ifodalarning qiymatlari 30% ga ortadi.

Stvol atrofi qo‘ralarida loyihalashtirilayotgan lahimlar bir-biridan kamida 10 m masofada joylashishi kerak. Asosiy yo‘nalishdagi kon lahimlari 2-3 shtrekdan iborat guruhlarga bo‘lib o‘tkaziladi. Asosiy yo‘nalishlardagi lahimlar o‘rtasidagi seliklar 4-jadval bo‘yicha aniqlanadi.

4-jadval

Asosiy yo‘nalishdagi kon lahimlari orasida selik kengligini tanlash

Selik	Qazish chuqurligi (H), m				
	350-550	550-750	750-850	850-900	900-1000
Guruhdagi lahimlar orasida, m	8	10	15	20	30
Lahimlar guruhlari orasida, m	15	20	30	40	50

Asosiy yo‘nalishdagi lahimlarni shu yoki keyingi panellarni qazish uchun saqlab qolish zarur bo‘lganda yoki qandaydir boshqa maqsadda eng kichik selik kengligi 5-jadvalga muvofiq tanlanadigan seliklar bilan muhofazalanadi.

5-jadval

Asosiy yo‘nalishdagi lahimlarni muhofazalash uchun seliklarning kengligini tanlash

Qazish chuqurligi (H), m	600 m gacha	600-750	750-800	800 m dan ortiq
Seliklarning minimal kengligi (a), m	110	150	250	300

Asosiy yo‘nalishdagi transport shtrekidan yangi qazish ustuniga kirma boshlanishidan oldin ustunning bort o‘yiqlari orasidagi uchastkada transport shtrekining shiftidagi vertikal o‘yiqni o‘tish va qo‘shimcha mustahkamlash bajariladi. Belgilangan uchastkada asosiy yo‘nalishdagi transport shtrekini qo‘shimcha mustahkamlash va keyinchalik muhofazalash ishlarini bajarish tartibi sxemaga muvofiq bajariladi. Stvol atrofi qo‘rasi lahimlarining shifti eng mustahkam jinslarga (II va III tipdagi shiftiga) bog‘langan bo‘lishi kerak. Bu maqsadlar uchun qalinligi 0,4 m dan yuqori bo‘lgan tosh tuzi yoki silvinitning monolit qatlamlari eng

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

maqbul hisoblanadi. Asosiy yo‘nalishdagi lahimlarni qalinligi 0,25 m dan kam bo‘lmagan tuz yoki silvinitning monolit qatlamlari ostida joylashtirish kerak. Qatlam doirasidagi kon lahimlarini bog‘lash hisob-kitob yo‘li bilan aniqlanadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda yer osti kon lahimlarini loyihalash, mustahkamlash va muhofaza qilish usullari tizimli tarzda tahlil qilindi. Natijalar quyidagi xulosalarga olib keldi:

1. Loyihalashda geologik sharoitlarni inobatga olish: Kapital lahimlarning mustahkamligi va xavfsizligini ta’minlashda geo-logik kesimlar, tog‘ jinslarining fizik-mexanik xossalari, va qatlamlarning joylashuvi muhim omillar hisoblanadi. Lahimlarning gumbazsimon shakli va yuqori sifatli materiallar bilan mustahkamlash xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradi.
2. Shift-ost konvergensiyasini hisoblash: Kapital lahimlarning barqarorligini ta’minlash uchun “shift-ost” konvergensiyasining hisoblanishi va bu parametr asosida muhofaza usullarini tanlash muhimdir. Ushbu metodikalar konning xavfsizligini oshirish va mustahkamlashning samaradorligini ta’minlashda samarali bo‘lgan.
3. Ankerli mustahkamlashning ahamiyati: Ankerli mahkamlash metodlari orqali lahimlarning barqarorligi va ularning xizmat muddati uzaytirildi. Ankerlar o‘lchami va o‘rnatish parametrlariga mos ravishda optimallashtirish amalga oshirildi.
4. Muhofaza usullarining moslashuvchanligi: Muhofaza qilish usullari, shu jumladan vertikal va kompensatsion o‘yiq bilan mustahkamlash, qazib olish jarayonida lahimlarning xavfsizligini ta’minladi. Shuningdek, kon lahimlari orasidagi optimal masofa va selik kengligi qatlamning zichligi va qazib olish chuqurligiga mos tanlandi.
5. Barqarorlikni ta’minlash: Tadqiqot davomida kapital lahimlarning barqarorligini ta’minlashda “shift-ost” konvergensiyasini hisoblash va kerakli muhofaza usullarini tanlashning muhimligi ko‘rsatilgan. Konning xavfsiz ishlashini ta’minlash uchun kon lahimlarining geometrik o‘lchamlari va materiallarning xususiyatlari asosida barcha hisob-kitoblar amalga oshirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. А.В. Никифоров, В.В. Свириденко – «Подземные сооружения и их укрепление», публикация Наука, 1985.
2. А.П. Аникин – «Геотехника и методы проектирования подземных сооружений», публикация: Стройиздат, 1990.
3. Г.А. Корзун, Д.Н. Ермолаев – «Укрепление подземных сооружений», нашриёт: Госгеотехиздат, 1975.
4. С.С. Евсеев – «Технология сохранения горных сооружений», публикация: Машиностроение, 1982.